

# 半导体系列报告之四：半导体硅片

## 摩尔定律演进，半导体硅材料历久弥新

超配

### 核心观点

**硅晶圆是需求量最大的半导体材料，2021年市场规模126亿美元。**半导体硅片也称硅晶圆，是全球90%以上半导体器件的基石性材料。半导体硅片企业负责将半导体级多晶硅材料制造成半导体硅片，其中拉单晶是最核心的工艺。半导体硅片的市场规模随半导体行业的景气度波动，具有明显的周期性。根据SEMI的数据，2021年全球半导体硅片销售额约126亿美元(YoY 12.5%)，出货面积约142亿英寸(YoY 14.2%)，2011-2021年的CAGR分别为2.4%、4.6%。

**行业壁垒高企，借力收购兼并，产业CR2达50%。**半导体硅片产业起始于美国，随着IC产业重心转移，日本厂商后来居上，韩国和中国台湾企业也在全球占有一席之地。经过多次收购，2020年日本信越和SUMCO市占率分别为28%、22%，中国台湾环球晶圆市占率15%，德国世创电子市占率11%，韩国SK Siltron市占率11%。半导体硅片制造流程复杂、前期投资额大，具有显著的技术壁垒、认证壁垒、资金壁垒、人才壁垒，先发优势和规模效应突出。

**小尺寸半导体硅片需求稳定，8英寸需求旺盛，12英寸紧缺有望到2026年。**基于成本考虑，分立器件继续沿用小尺寸，集成电路逐步向大尺寸迁移。根据Omdia的数据，从出货面积来看，2021年12英寸占比70.9%，8英寸占比22.6%，小尺寸占比6.5%；预计2021至2025年小尺寸需求保持稳定，8英寸和12英寸需求增加。由于半导体硅片厂商12英寸产线的扩产进度落后于需求增加，SUMCO预计12英寸硅片供不应求有望延续至2026年；环球晶圆也表示订单能见度到2024年，预计2022年产线继续满载且价格将提高。

**本土半导体硅片产业供需两旺，国内大厂加速崛起。**根据SEMI的预计，2020-2024年全球将新增25座8英寸晶圆厂和60座12英寸晶圆厂，其中中国大陆分别新增14和15座，是新增量最多的地区。在国际关系紧张的情况下，高端12英寸硅片技术被限制出口，而我国12英寸硅片国产率低于10%，为保证供应链安全，自中美贸易摩擦以来本土晶圆厂积极导入国产硅片，AIoT时代的新增需求叠加国产率提高为国内半导体硅片企业带来成长机会。

**投资建议：关注大尺寸量产企业及细分市场占主导地位的企业。**结合SUMCO和环球晶圆的历史走势，半导体硅片企业的估值、业绩均与行业景气度强相关，考虑到国内半导体产业在国产替代背景下处于中长期景气上行周期，率先量产12英寸产品的硅片企业具有先发优势，未来也有望主导并购整合，代表企业有沪硅产业、立昂微、中环股份、超硅半导体(未上市)等。另一方面，小尺寸硅片企业由于前期投资额较小且已实现规模化销售，盈利能力突出，代表企业有中晶科技、麦斯克(未上市)、有研硅(未上市)等。

**风险提示：**1、需求不及预期；2、国产化进程不及预期；3、竞争加剧等。

### 重点公司盈利预测及投资评级

公司代码	公司名称	投资评级	收盘价(元)	总市值(亿元)	EPS		PE	
					2022E	2023E	2022E	2023E
688126.SH	沪硅产业-U	增持	22.79	620	0.08	0.10	285	228
605358.SH	立昂微	无评级	113.37	518	2.03	2.73	56	42
002129.SZ	中环股份	无评级	46.02	1487	1.59	1.96	29	24
003026.SZ	中晶科技	买入	60.49	60	2.10	2.98	29	20
688233.SH	神工股份	无评级	79.90	128	1.81	2.35	44	34

资料来源：Wind、国信证券经济研究所预测(截止日期：2022年3月7日，无评级公司EPS来自Wind一致预期)

### 行业研究·行业专题

电子·半导体

超配·维持评级

证券分析师：胡剑

021-60893306

hujian1@guosen.com.cn

S0980521080001

联系人：周靖翔

021-60375402

zhoujingxiang@guosen.com.cn

证券分析师：胡慧

021-60871321

huhui2@guosen.com.cn

S0980521080002

联系人：李梓澎

0755-81981181

lizipeng@guosen.com.cn

### 市场走势



资料来源：Wind、国信证券经济研究所整理

### 相关研究报告

- 《半导体行业3月投资策略及环球晶圆复盘-关注晶圆代工和受益本土扩产的上游设备》——2022-03-07
- 《电子行业周报：4Q21 荣耀国内市占率跻身第二》——2022-02-20
- 《半导体系列报告之三：前道设备：国内前道设备迎本土扩产东风》——2022-02-15
- 《电子行业周报：vivo 折叠机即将发布，Pico 春节热销》——2022-02-14
- 《LCD 行业月报：1月LCD价格跌幅收敛，IT面板需求依旧旺盛》——2022-02-09

## 内容目录

<b>硅晶圆是重要的半导体材料，规模超百亿美元</b> .....	<b>5</b>
硅晶圆是需求量最大的半导体材料.....	5
半导体硅片根据不同参数的分类.....	6
半导体硅片行业具有周期性，2021 年市场规模 126 亿美元.....	8
<b>半导体硅片制造工序繁多，行业壁垒较高</b> .....	<b>9</b>
半导体硅片制造流程复杂，拉单晶是关键环节.....	9
半导体硅片行业壁垒较高，先发优势和规模效应突出.....	14
<b>12 英寸供不应求，国际环境加速国产替代</b> .....	<b>15</b>
半导体硅片发展历史：起始于美国，日本后来居上.....	15
竞争格局：本土供应需求强烈，市场集中度有望下降.....	16
8 英寸和 12 英寸硅片需求增加，小尺寸硅片需求稳定.....	17
12 英寸半导体硅片需求旺盛，供求紧张态势有望持续至 2026 年.....	18
<b>本土半导体硅片供需两旺，国内大厂加速崛起</b> .....	<b>20</b>
国内积极投入晶圆厂建设，为本土半导体硅片厂商创造机遇.....	20
为了抓住产业机遇，国内半导体硅片厂商积极扩产.....	21
国内半导体硅片产业正迎来前所未有的发展机遇期.....	22
中国半导体行业中长期景气上行，为硅片产业带来投资机遇.....	23
投资建议：关注大尺寸量产企业及细分市场占主导地位的企业.....	24
<b>风险提示</b> .....	<b>25</b>
<b>免责声明</b> .....	<b>26</b>

## 图表目录

图 1: 半导体材料分类.....	5
图 2: 各代半导体材料在功率器件中的应用.....	5
图 3: 硅晶圆是晶圆制造过程中占比最大的材料（2018 年）.....	6
图 4: 半导体硅片分类.....	6
图 5: 全球各尺寸半导体硅片出货面积占比（2020 年）.....	7
图 6: 退火片.....	7
图 7: 外延片.....	7
图 8: 结隔离硅片.....	8
图 9: SOI 硅片.....	8
图 10: 全球半导体硅片销售额.....	9
图 11: 全球半导体硅片出货面积及单价.....	9
图 12: 半导体硅片所处产业链位置.....	9
图 13: 半导体硅片制造流程.....	10
图 14: 直拉法拉单晶.....	10
图 15: 区熔法拉单晶.....	10
图 16: 半导体硅片制造流程: 拉单晶（直拉法）.....	11
图 17: 半导体硅片制造流程: 拉单晶（区熔法）.....	12
图 18: 半导体硅片制造流程: 切片.....	12
图 19: 半导体硅片制造流程: 研磨.....	13
图 20: 半导体硅片制造流程: 抛光.....	13
图 21: 半导体硅片制造流程: 清洁和检查.....	13
图 22: 半导体硅片行业的主要壁垒.....	15
图 23: 半导体硅片行业的发展历史.....	16
图 24: 全球五大半导体硅片厂商并购史.....	16
图 25: 全球半导体硅片行业由分散到集中.....	16
图 26: 2020 年全球半导体硅片集中度下降.....	17
图 27: 2020 年全球半导体硅片市占率.....	17
图 28: 电子系统中半导体含量提升.....	17
图 29: 各尺寸半导体硅片需求量（百万片/月）.....	17
图 30: 半导体各尺寸出货量占比.....	18
图 31: 半导体各尺寸硅片出货面积占比.....	18
图 32: 12 英寸半导体硅片需求驱动力.....	19
图 33: 高性能计算对 12 英寸半导体硅片的需求量.....	19
图 34: DRAM 对 12 英寸半导体硅片需求量.....	19
图 35: NAND 对 12 英寸半导体硅片的需求量.....	19
图 36: 晶圆厂的资本开支计划（十亿美元）.....	19
图 37: 12 英寸外延片和抛光片需求预期（千片/月）.....	19

图 38: 12 英寸半导体硅片需求驱动力.....	20
图 39: 2020-2024 年新增晶圆厂数量.....	21
图 40: 2021 和 2022 年新建晶圆厂数量.....	21
图 41: 晶圆制造企业对半导体硅片厂商的认证过程.....	22
图 42: 国内半导体硅片企业毛利率偏低.....	22
图 43: SUMCO 的收入及净利润.....	23
图 44: SUMCO 和环球晶圆的毛利率及净利率.....	23
图 45: SUMCO 市值随行业周期性波动.....	24
图 46: 环球晶圆市值随行业周期性波动.....	24
表 1: 半导体硅片的种类和比较.....	8
表 2: 集成电路用大直径硅抛光片的技术参数要求.....	14
表 3: 半导体硅片投资金额较大.....	14
表 4: 半导体硅片各尺寸对应的制程和半导体产品.....	18
表 5: 国内半导体硅片产能不完全统计（8 英寸和 12 英寸）.....	21
表 6: 国内主要半导体硅片企业概览.....	24
表 7: 半导体硅片企业经营数据对比.....	25

## 硅晶圆是重要的半导体材料，规模超百亿美元

### 硅晶圆是需求量最大的半导体材料

半导体材料是一类具有半导体性能（导电能力介于导体与绝缘体之间）、可用来制作半导体器件和集成电路的电子材料，是半导体工业的基础。半导体材料的研究始于 19 世纪，至今已发展至第四代半导体材料，各个代际半导体材料之间互相补充。

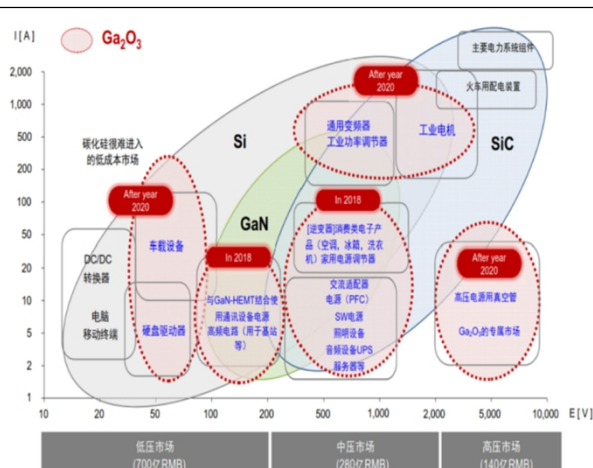
- 第一代半导体：以硅（Si）、锗（Ge）等为代表，是由单一元素构成的元素半导体材料。硅半导体材料及其集成电路的发展导致了微型计算机的出现和整个信息产业的飞跃。
- 第二代半导体：以砷化镓（GaAs）、磷化铟（InP）等为代表，也包括三元化合物半导体，如 GaAsAl、GaAsP，还包括一些固溶体半导体、非静态半导体等。随着以光通信为基础的信息高速公路的崛起和社会信息化的发展，第二代半导体材料显示出其优越性，砷化镓和磷化铟半导体激光器成为光通信系统中的关键器件，同时砷化镓高速器件也开拓了光纤及移动通信的新产业。
- 第三代半导体：以氮化镓（GaN）、碳化硅（SiC）、氧化锌（ZnO）为代表的宽禁带半导体材料。具备高击穿电场、高热导率、高电子饱和速率及抗强辐射能力等优异性能，更适用于制作高温、高频、抗辐射及大功率电子器件，在半导体照明、新一代移动通信、能源互联网、高速轨道交通、新能源汽车、消费类电子等领域有广阔的应用前景。
- 第四代半导体：以氧化镓（Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）、金刚石（C）、氮化铝（AlN）为代表的超宽禁带半导体材料，禁带宽度超过 4eV；以及以铋化物（GaSb、InSb）为代表的超窄禁带半导体材料。超宽禁带材料凭借其比第三代半导体材料更宽的禁带，在高频功率器件领域有更突出的特性优势；超窄禁带材料由于易激发、迁移率高，主要用于探测器、激光器等器件的应用中。

图1：半导体材料分类



资料来源：半导体联盟，国信证券经济研究所整理

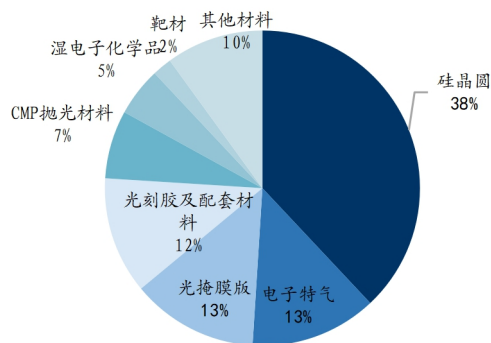
图2：各代半导体材料在功率器件中的应用



资料来源：Flosfia，国信证券经济研究所整理

硅材料制造全球绝大部分的半导体产品，也是占比最大的半导体制造材料。在1950年代初期，锗是主要的半导体材料。但锗半导体器件的耐高温和抗辐射性能较差，到1960年代逐渐被硅材料取代。由于硅器件的漏电流要低得多，且二氧化硅是一种高质量的绝缘体，很容易作为硅器件的一部分进行整合，至今半导体器件和集成电路仍然主要用硅材料制成，硅产品构成了全球绝大部分半导体产品。根据SEMI的数据，在硅晶圆制造过程中，半导体硅片（硅晶圆）也是占比最大的原材料，2018年约38%。

图3：硅晶圆是晶圆制造过程中占比最大的材料（2018年）

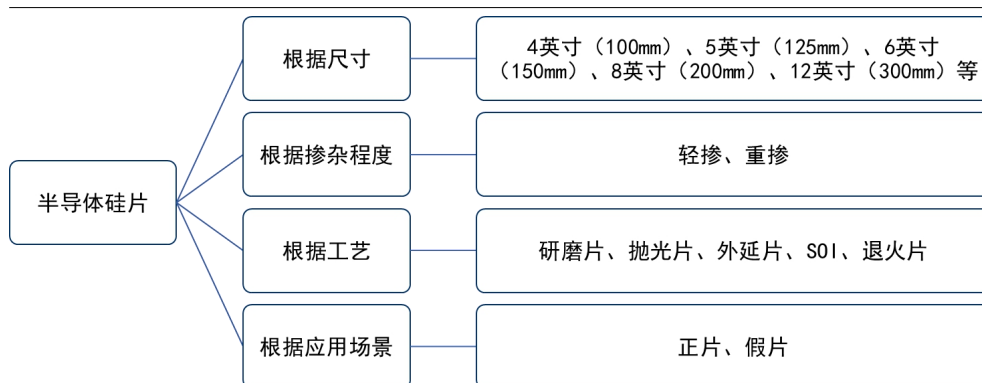


资料来源：SEMI，国际电子商情，国信证券经济研究所整理

### 半导体硅片根据不同参数的分类

半导体硅晶圆（Semiconductor Silicon Wafer）是制造硅半导体产品的基础，可根据不同参数进行分类。

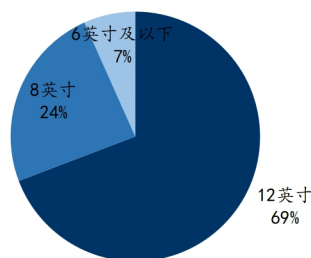
图4：半导体硅片分类



资料来源：立昂微招股书，SUMCO，国信证券经济研究所整理

根据尺寸（直径）不同，半导体硅片可分为2英寸（50mm）、3英寸（75mm）、4英寸（100mm）、5英寸（125mm）、6英寸（150mm）、8英寸（200mm）、12英寸（300mm），在摩尔定律影响下，半导体硅片正在不断向大尺寸的方向发展，目前8英寸和12英寸是主流产品，合计出货面积占比超过90%。

图5: 全球各尺寸半导体硅片出货面积占比 (2020 年)



2英寸	3英寸	4英寸	5英寸	6英寸	8英寸	12英寸
50mm	75mm	100mm	125mm	150mm	200mm	300mm

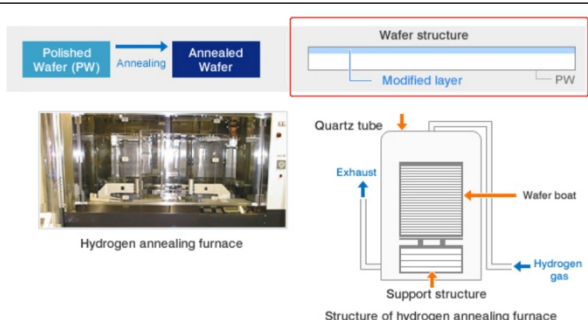
资料来源: Omdia, 国信证券经济研究所整理

根据掺杂程度不同, 半导体硅片可分为轻掺和重掺。重掺硅片的掺杂元素掺入量大, 电阻率低, 一般用于功率器件等产品; 轻掺硅片掺杂浓度低, 一般用于集成电路领域, 技术难度和产品质量要求更高。由于集成电路在全球半导体市场中占比超过 80%, 全球对轻掺硅片需求更大。

根据工艺, 半导体硅片可分为研磨片、抛光片及基于抛光片制造的特殊硅片外延片、SOI 等。研磨片可用于制造分立器件; 轻掺抛光片可用于制造大规模集成电路或作为外延片的衬底材料, 重掺抛光片一般用作外延片的衬底材料。相比研磨片, 抛光片具有更优的表面平整度和洁净度。

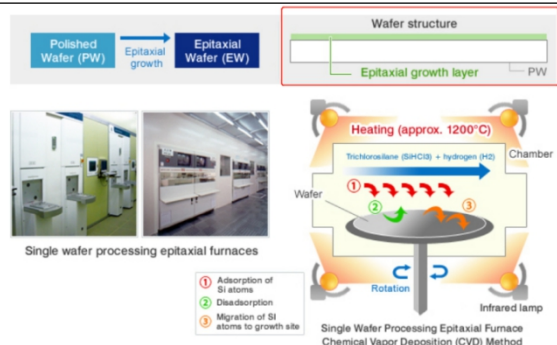
在抛光片的基础上, 可以制造出退火片、外延片、SOI 硅片和结隔离硅片等。退火片在氢气或氩气环境下对抛光片进行高温热处理, 以去除晶圆表面附近的氧气, 可以提高表面晶体的完整性。外延片是在抛光片表面形成一层气相生长的单晶硅, 可满足需要晶体完整性或不同电阻率的多层结构的需求。SOI 硅片 (Silicon-On-Insulator) 是在两个抛光片之间插入高电绝缘氧化膜层, 可以实现器件的高集成度、低功耗、高速和高可靠性, 在活性层表面也可以形成砷或砷的扩散层。结隔离硅片是根据客户的设计, 利用曝光、离子注入和热扩散技术在晶圆表面预形成 IC 嵌入层, 然后再在上面生长一层外延层。

图6: 退火片



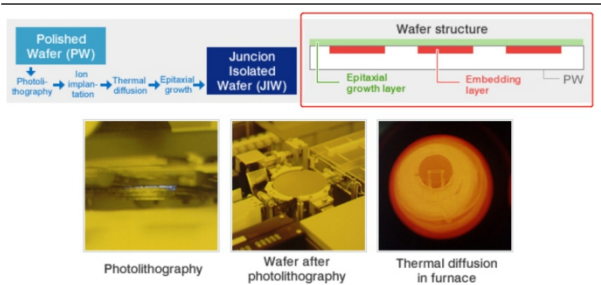
资料来源: SUMCO, 国信证券经济研究所整理

图7: 外延片



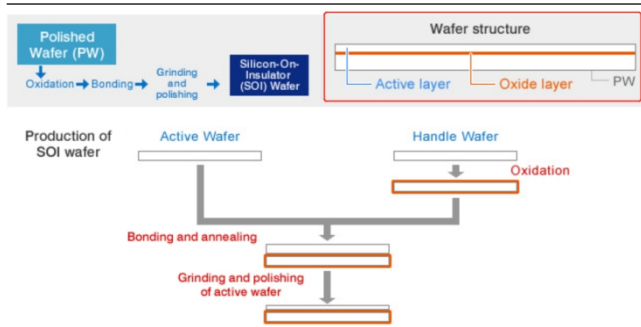
资料来源: SUMCO, 国信证券经济研究所整理

图8: 结隔离硅片



资料来源: SUMCO, 国信证券经济研究所整理

图9: SOI 硅片



资料来源: SUMCO, 国信证券经济研究所整理

根据应用场景不同，半导体硅片可分为正片、假（陪）片。正片（Prime Wafer）用于半导体产品的制造，假片（Dummy Wafer）用来暖机、填充空缺、测试生产设备的工艺状态或某一工艺的质量状况。假片一般由晶棒两侧品质较差部分切割而来，由于用量巨大，在符合条件的情况下部分产品会回收再利用，回收重复利用的硅片称为可再生硅片（Reclaimed Wafer）。据观研网数据，65nm 制程的晶圆代工厂每 10 片正片需要加 6 片假片，28nm 及以下制程每 10 片正片则需要加 15-20 片假片。

表1: 半导体硅片的种类和比较

项目	使用目的	使用量 (以正品用量当作 100)	8 英寸价格 (日元)	12 英寸价格 (日元)
正片	成品正片	100	8000	50000~80000
假（陪）片	假（陪）片			
	test 或 flow check	20~100	3000~4000	
可再生硅片	假（陪）片			
	test 或 flow check	20~100	1500~2000	30000~50000

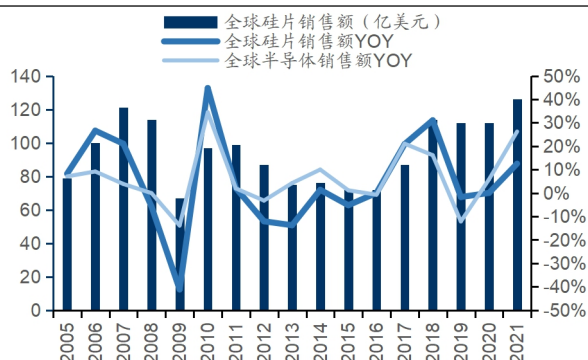
资料来源:《芯片用硅晶片的加工技术》，国信证券经济研究所整理（价格数据非最新价格）

### 半导体硅片行业具有周期性，2021 年市场规模 126 亿美元

半导体硅片的市场规模随着全球半导体行业景气度波动，单位面积价格在 2016 年触底后回升。根据 SEMI 数据，全球半导体硅片销售额由 2005 年的 79 亿美元增长到 2021 年的 126 亿美元，其中出货面积由 66.45 亿平方英寸增加到 141.65 亿平方英寸，单位面积价格先降后升，由 2005 年的 1.19 美元/英寸降至 2016 年的 0.67 美元/英寸，之后回升至 2021 年的 0.89 美元/英寸。作为半导体产品最重要的主要原材料，全球半导体硅片的市场规模的波动方向基本与全球半导体销售额一致，且波动幅度更大，具有明显的周期性。

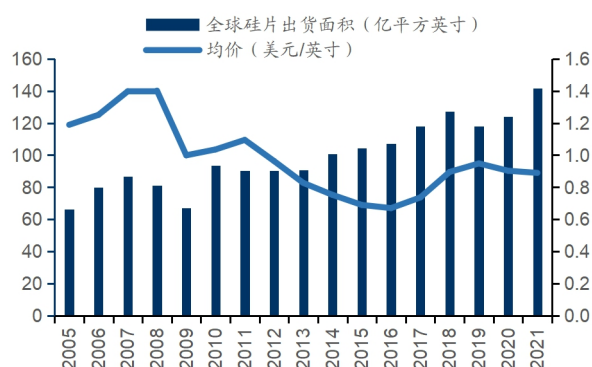


图10: 全球半导体硅片销售额



资料来源: SEMI, SIA, 国信证券经济研究所整理

图11: 全球半导体硅片出货面积及单价



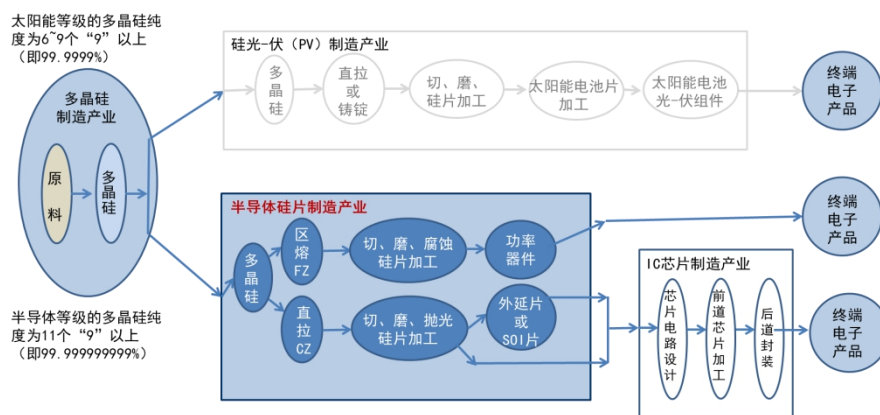
资料来源: SEMI, 国信证券经济研究所整理

## 半导体硅片制造工序繁多，行业壁垒较高

### 半导体硅片制造流程复杂，拉单晶是关键环节

半导体硅片的上游是半导体级多晶硅材料，下游是半导体产品。硅元素在自然界中以二氧化硅为主要存在形式，通过化学还原生成多晶硅材料，之后再行提纯。光伏用多晶硅材料纯度要求为6~9个“9”之间（99.9999%~99.9999999%），半导体用纯度要求11个“9”以上（99.999999999%）。制作完成的半导体硅片被晶圆厂用作衬底制造出各类半导体产品，并最终应用于手机、电脑等终端产品中。

图12: 半导体硅片所处产业链位置



资料来源: 《芯片用硅晶片的加工技术》，国信证券经济研究所整理

半导体硅片制造流程复杂，主要包括拉单晶和硅片的切磨抛外延等工艺。半导体硅片的生产流程复杂，涉及工序较多。研磨片工序包括拉单晶、截断、滚圆、切片、倒角、研磨等，抛光片是在研磨片的基础上经边缘抛光、表面抛光等工序制造而来；抛光片经外延工艺制造出硅外延片，经退火热处理制造出硅退火片，经特殊工艺制造出绝缘体上硅SOI。硅片制造过程中需要经过多次清洗，在销售给客户之前还需要经过检验和包装。

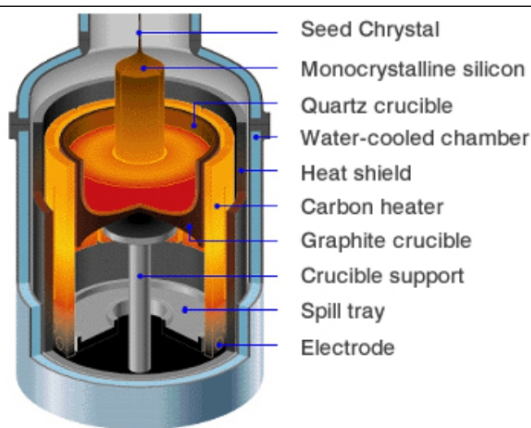
图13: 半导体硅片制造流程



资料来源：立昂微招股书，国信证券经济研究所整理

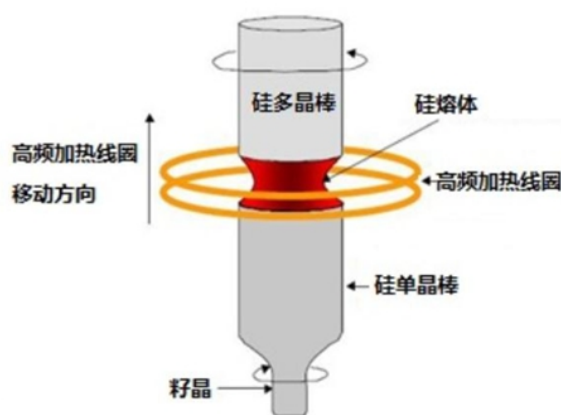
**步骤一：拉单晶。**电子级高纯度多晶硅通过单晶生长工艺可拉制成单晶硅棒，常用方法有直拉法（Czochralski, CZ 法）和区熔法（Float-Zone, FZ 法）两种。FZ 法纯度高，氧含量低，电阻率较高，能耐高压，但工艺难度大，大尺寸硅片制备困难且成本高，因此主要以 8 英寸及以下尺寸为主，主要用于中高端功率器件。CZ 法氧含量高，更容易生产出大尺寸单晶硅棒，工艺也已成熟，成本较低，因此目前半导体行业主要采用 CZ 法拉制单晶硅棒。**拉单晶技术直接决定了位错、COP（crystal originated pit, 晶体原生凹坑）、旋涡等晶体原生缺陷的密度及电阻率、电阻率梯度、氧、碳含量等晶体技术指标的好坏，是半导体硅片生产工序中最为核心的技术。**

图14: 直拉法拉单晶



资料来源：SUMCO，国信证券经济研究所整理

图15: 区熔法拉单晶



资料来源：中晶科技招股书，国信证券经济研究所整理

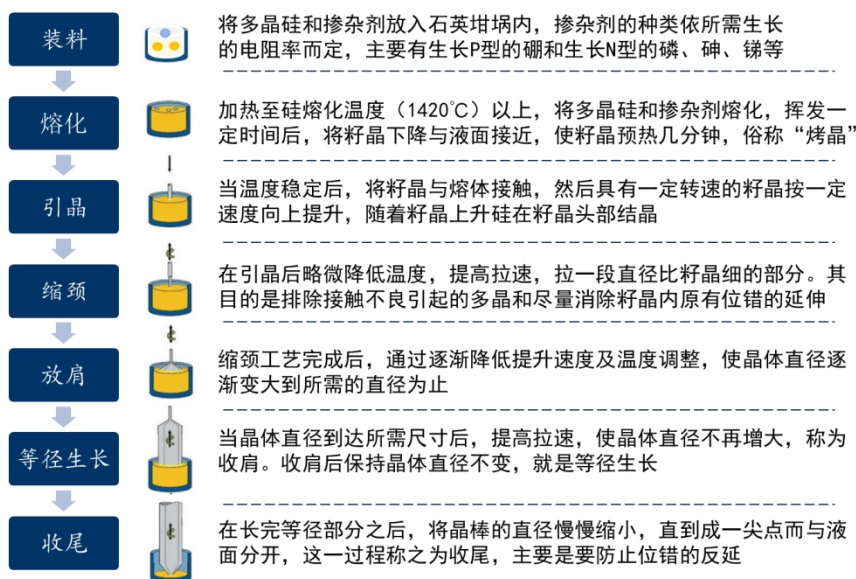
### 直拉法加工工艺：

- **装料：**将多晶硅和掺杂剂放入单晶炉内的石英坩埚内，掺杂剂的种类依所需生长的电阻率而定，主要有生长 P 型的硼和生长 N 型的磷、砷、锑等。
- **熔化：**装料结束后，加热至硅熔化温度（1420℃）以上，将多晶硅和掺杂剂

熔化，挥发一定时间后，将籽晶下降与液面接近，使籽晶预热几分钟，俗称“烤晶”，以除去表面挥发性杂质同时可减少热冲击。

- **引晶**：当温度稳定后，将籽晶与熔体接触，然后具有一定转速的籽晶按一定速度向上提升，随着籽晶上升硅在籽晶头部结晶，称为“引晶”或“下种”。
- **缩颈**：在引晶后略微降低温度，提高拉速，拉一段直径比籽晶细的部分。其目的是排除接触不良引起的多晶和尽量消除籽晶内原有位错的延伸。颈一般要长于 20mm。
- **放肩**：缩颈工艺完成后，通过逐渐降低提升速度及温度调整，使晶体直径逐渐变大到所需的直径为止。在放肩时可判别晶体是否是单晶，否则要将其熔掉重新引晶。
- **等径生长**：当晶体直径到达所需尺寸后，提高拉速，使晶体直径不再增大，称为收肩。收肩后保持晶体直径不变，就是等径生长。此时要严格控制温度和拉速不变。单晶硅片取自于等径部分。
- **收尾**：在长完等径部分之后，如果立刻将晶棒与液面分开，那么效应力将使得晶棒出现位错与滑移线。于是为了避免此问题的发生，必须将晶棒的直径慢慢缩小，直到成一尖点而与液面分开。这一过程称之为收尾阶段。长完的晶棒被升至炉室冷却一段时间后取出，即完成一次生长周期。

图 16: 半导体硅片制造流程：拉单晶（直拉法）

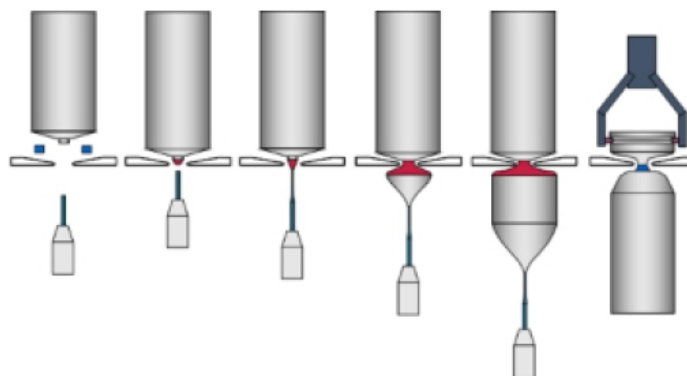


资料来源：《芯片用硅晶片的加工技术》，国信证券经济研究所整理

### 区熔法加工工艺：

- 在真空或稀有气体环境下的炉室中，利用电场给多晶硅棒加热，直到被加热区域的多晶硅融化，形成熔融区。
- 用籽晶接触熔融区，并融化。
- 使多晶硅上的熔融区不断上移，同时籽晶缓慢旋转并向下拉伸，逐渐形成单晶硅棒。

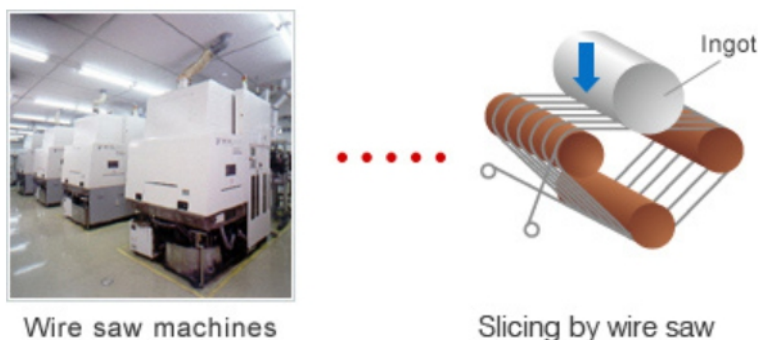
图17: 半导体硅片制造流程: 拉单晶 (区熔法)



资料来源:《半导体硅片制备技术及产业现状》, 国信证券经济研究所整理

**步骤二: 切片。**单晶硅棒磨成相同直径, 然后根据客户要求的电阻率, 用内径锯或线锯将晶棒切成约 1mm 厚的薄片, 形成晶圆。根据目前的工艺、技术水平, 为了降低硅材料的损耗、提高生产效率和表面质量, 一般采用线切割方法进行切片。

图18: 半导体硅片制造流程: 切片

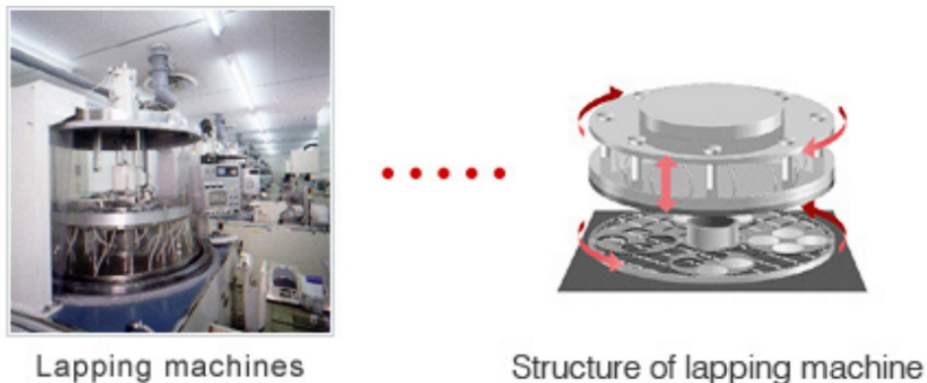


资料来源: SUMCO, 国信证券经济研究所整理

**步骤三: 倒角。**硅片倒角加工的目的是消除硅片边缘表面经切割加工所产生的棱角、裂缝、毛刺、崩边或其他的缺陷以及各种边缘表面污染, 从而降低硅片边缘表面的粗糙度, 增加硅片边缘表面的机械强度、减少颗粒的表面沾污。

**步骤四: 研磨。**在研磨机上用磨料将切片抛光到所需的厚度, 同时提高表面平整度。研磨的目的是为了去除在切片工序中, 硅片表面因切割产生的深度约 20~25um 的表面机械应力损伤层和表面的各种金属离子等杂质污染, 并使硅片具有一定的平坦表面。

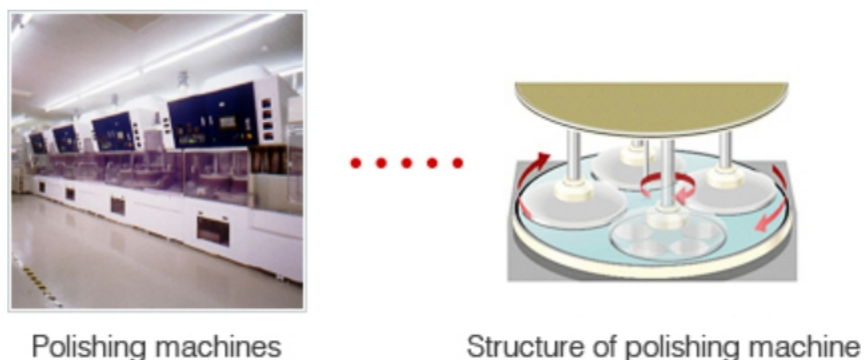
图19: 半导体硅片制造流程：研磨



资料来源：SUMCO，国信证券经济研究所整理

**步骤五：蚀刻和抛光。**通过化学蚀刻去除前面步骤对晶圆表面造成的机械损伤，然后采用硅溶胶机械化学抛光法使晶圆表面更加平整和光洁。

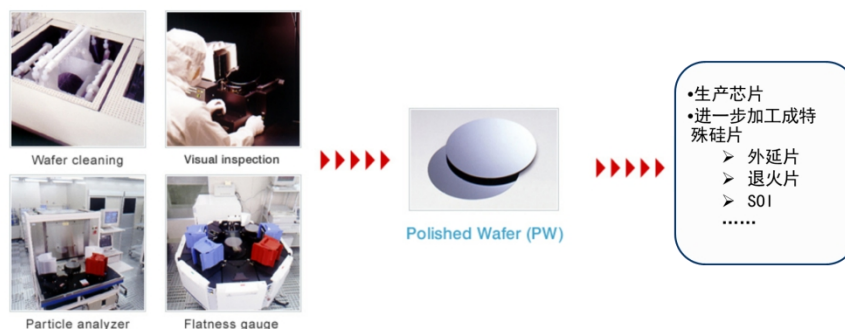
图20: 半导体硅片制造流程：抛光



资料来源：SUMCO，国信证券经济研究所整理

**步骤六：清洁和检查。**清洁后，对产品进行严格的质量检查，合格后销售给客户。也可进一步用来制作 SOI、外延片等特殊硅片。

图21: 半导体硅片制造流程：清洁和检查



资料来源：SUMCO，国信证券经济研究所整理

## 半导体硅片行业壁垒较高，先发优势和规模效应突出

**技术壁垒：**半导体硅片技术参数要求高，各工艺环节需要长期积累。半导体硅片核心工艺包括单晶工艺、切片工艺、研磨工艺、抛光工艺、外延工艺等，技术专业程度较高，其中单晶工艺是最为核心的技术，其决定了硅片尺寸、电阻率、纯度、氧含量、位错、晶体缺陷等关键技术指标，在单晶生长过程中，需要注意温度控制和提拉速率等。晶圆研磨、抛光工艺决定硅片的厚度、表面平整度、表面洁净度、表面颗粒度、翘曲度等指标。外延工艺的重点是保证外延层厚度的均匀性和外延层电阻率的片内均匀性。随着工艺制程不断向前推进，对硅片性能指标要求也越来越高，比如前沿的 12 英寸硅片需要达到的部分参数如下：

- 晶体缺陷：硅原子对称排列，5 亿个硅原子中只有 1 个缺陷；
- 表面平整度：硅片表面的高度落差小于 10nm；
- 表面洁净度：硅片表面微颗粒尺寸在 10nm 以内；
- 无杂质污染：要求表面杂质含量小于百亿分之一。

表2：集成电路用大直径硅抛光片的技术参数要求

参数	要求
直径	300mm
直径公差	±0.2mm
厚度	775μm
厚度公差	±25μm
翘曲度 Warp	<10μm
总厚度偏差 TTV	<0.1μm
局部平整度 SFQR（线宽 100nm）	≤101nm
边缘扣除距离	2mm
直径	300mm

资料来源：《芯片用硅晶片的加工技术》，国信证券经济研究所整理

**客户认证壁垒：**芯片制造企业对于引入新供应商态度谨慎且认证周期长。半导体硅片是芯片制造企业生产半导体产品的重要原材料，芯片制造企业对于引入新供应商态度谨慎，为了保证产品质量的稳定性和一致性，需要经过很长时间的认证周期。通常，芯片制造企业会要求硅片供应商先提供一些硅片供其试生产，待通过内部认证后，芯片制造企业会将产品送至下游客户处，获得其客户认可后，才会对硅片供应商进行认证，最终正式签订采购合同。

**资金壁垒和规模壁垒：**半导体硅片行业是一个资金密集型行业，且需要达到一定销售规模才能盈利。半导体硅片要形成规模化生产，所需投资金额较大，如一台关键生产设备价值达数千万元，大尺寸硅片生产线的投资金额以十亿元计。同时，由于前期固定资产投资额大，半导体硅片企业需要形成一定的规模销售后才能盈利，前期经营压力较大，毛利率可能为负。

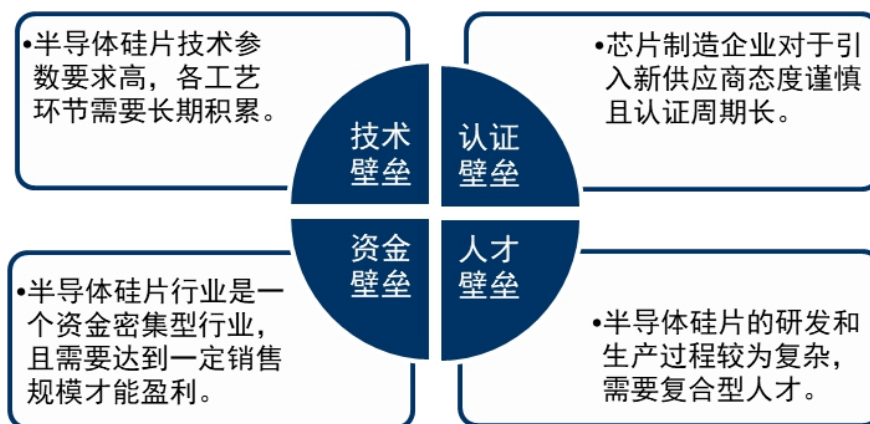
表3：半导体硅片投资金额较大

项目	规划产能（万片/月）	投资额（亿元）	单位投资额（亿元/万片每月）
立昂微 8 英寸产线	10.00	7.04	0.70
立昂微 12 英寸产线	15.00	34.60	2.31
沪硅产业 12 英寸产线	30.00	46.04	1.53

资料来源：各公司公告，国信证券经济研究所整理

**人才壁垒：**半导体硅片企业需要复合型人才。半导体硅片的研发和生产过程较为复杂，涉及固体物理、量子力学、热力学、化学等多学科领域交叉，因此需要具备综合专业知识和丰富生产经验的复合型人才。

图22：半导体硅片行业的主要壁垒



资料来源：立昂微招股说明书，国信证券经济研究所整理

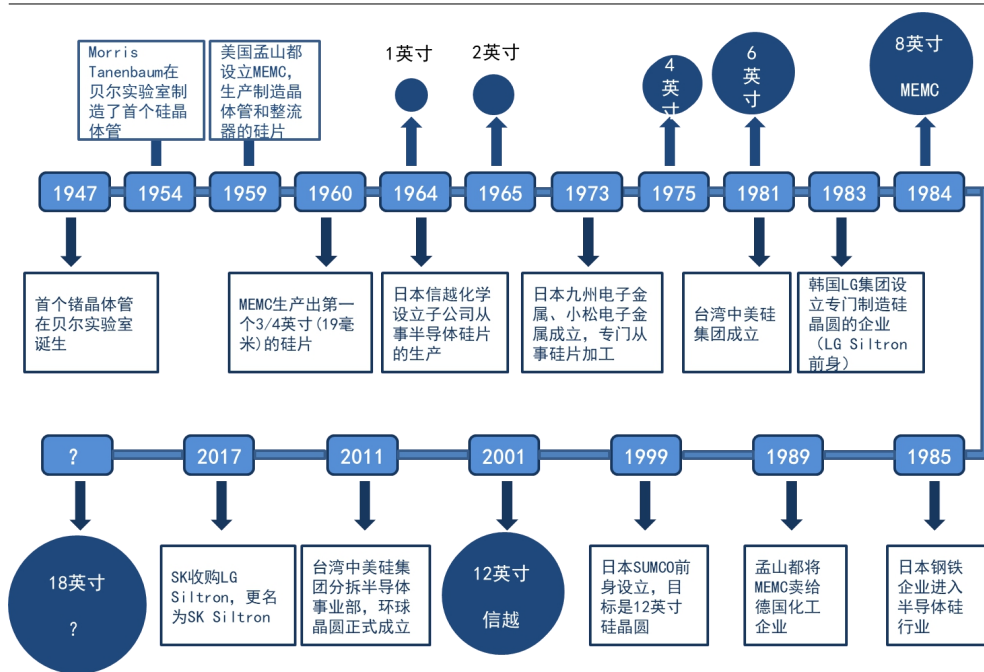
## 12 英寸供不应求，国际环境加速国产替代

### 半导体硅片发展历史：起始于美国，日本后来居上

半导体硅片起始于美国，MEMC 曾引领技术发展并创下多个全球第一。半导体产业发源于美国，半导体硅片亦如此。1956 年，美国孟山都化学公司成立孟山都电子材料公司（MEMC Electronic Materials, MEMC），负责生产制造晶体管和整流器的硅片。在之后的几十年里，MEMC 为行业技术发展、行业标准等都做出了极大贡献，突破的技术包括化学机械研磨 CMP、外延层的生长、零错位晶体、氧控制等；同时公司也是全球第一家量产 4 英寸、8 英寸的硅片厂商。作为行业领导者，MEMC 在 20 世纪 60 年代获得 80% 的市场份额。但后期由于连续亏损，孟山都在 1989 年将 MEMC 卖给了德国化工企业，并于 2016 年被中国台湾的环球晶圆收购。

随着本土半导体的崛起，日本硅片厂商后来居上，韩国和中国台湾企业也在全球占有一席之地。20 世纪 50 年代末，日本公司通过技术引进，开始布局硅晶圆产业。在超大规模集成电路研究计划（VLSI, 1976-1980）的推动下，日本半导体产业快速发展，其中存储器在 20 世纪 80 年代超过美国，硅片厂商也在此期间获得黄金发展期，最终经过整合并购形成信越化学和 SUMCO 两家国际半导体硅片巨头，2001 年信越化学在全球率先量产 12 英寸半导体硅片。日本半导体硅片产业从 20 世纪 90 年代超过美国后，至今仍在全球占据主导地位。20 世纪 90 年代半导体产业从日本向韩国和中国台湾转移，韩国和中国台湾硅片企业得以成长，并在全球占有一席之地。

图23: 半导体硅片行业的发展历史



资料来源: 半导体供应链研究, 各公司官网, 国信证券经济研究所整理

### 竞争格局: 本土供应需求强烈, 市场集中度有望下降

半导体硅片产业的发展伴随着整合收购, 竞争格局由分散走向集中。半导体硅片产业发展早期由美国 MEMC 主导, 之后众多企业参与竞争, 1998 年市场格局极度分散, 全球主要市场参与者超过 25 家。但随着硅片尺寸越来越大, 所需投资额大幅提高, 规模效应是企业盈利的关键, 在众多硅片厂商出现连续亏损的情况下收购兼并不断发生。通过不断的整合收购, 全球半导体硅片行业由分散走向集中, 2019 年全球前五大硅片厂商合计市占率超过 90%。

图24: 全球五大半导体硅片厂商并购史

<b>Shin-Etsu</b>	信越化学: 成立于1926年(1964年设立半导体硅片子公司) •1999: 收购日立硅片业务 •2006: 收购三益半导体
<b>SUMCO</b>	胜高: 成立于1999年(作为300mm硅片的开发和制造公司) •2002: 接收股东住友金属的硅业务 •2002: 与三菱材料硅株式会社合并 •2006: 收购全球第五的小松电子金属KEM
<b>GW</b>	环球晶圆: 成立于2011年(从1981年成立的中美硅集团分拆) •2012: 收购日商 Covalent Materials公司旗下的半导体硅晶圆事业部 •2016: 收购丹麦Topsil Semiconductor Materials A/S半导体硅晶圆事业部 •2016: 收购全球第四的SunEdison Semiconductor (原MEMC)
<b>siltronic</b>	世创电子: 成立于1968年(研发历史可追溯到1953年) •1995年: 接收股东Wacker-Chemitronic的硅片业务 •2014年: 收购新加坡合资公司78%股权(2006年与三星合资建立)
<b>SK siltron</b>	SK siltron: 成立于1983年(SK收购LG siltron后更名) •2019年: 收购杜邦的碳化硅晶圆业务

资料来源: 各公司官网, 国信证券经济研究所整理

图25: 全球半导体硅片行业由分散到集中

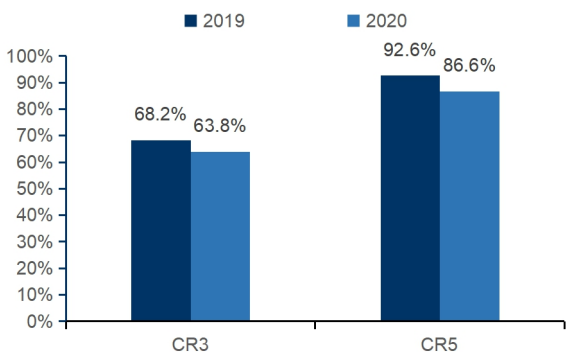


资料来源: Capital IQ, 国信证券经济研究所整理



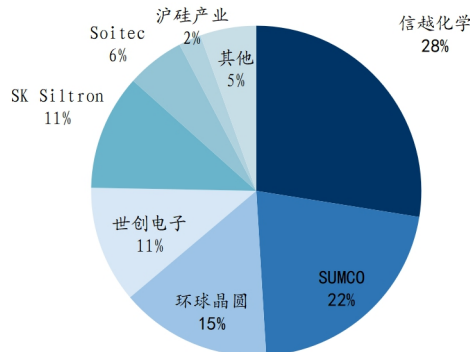
国际环境加速国产替代，全球市场集中度有望下降。在国际关系紧张的情况下，半导体供应链安全成为各国政府和企业的关注重点，半导体硅片作为核心原材料，本土供应需求强烈，2022年中国台湾环球晶圆收购德国世创电子因未获德国审核通过而宣告失败。在以中国大陆半导体硅片厂商为代表的供给影响下，半导体硅片行业的竞争格局有望发生改变，全球市场集中度有望下降。根据 SEMI 的数据，2020 年全球前三大半导体硅片厂商合计市占率由 2019 年的 68.2% 下降至 63.8%；前五大厂商合计市占率由 92.6% 下降至 86.6%。

图 26: 2020 年全球半导体硅片集中度下降



资料来源: SEMI, 国信证券经济研究所整理

图 27: 2020 年全球半导体硅片市占率

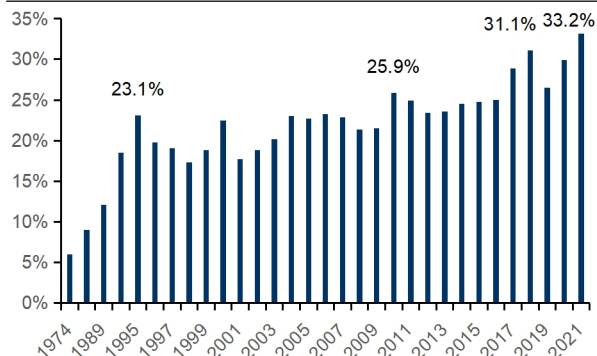


资料来源: SEMI, 国信证券经济研究所整理

## 8 英寸和 12 英寸硅片需求增加，小尺寸硅片需求稳定

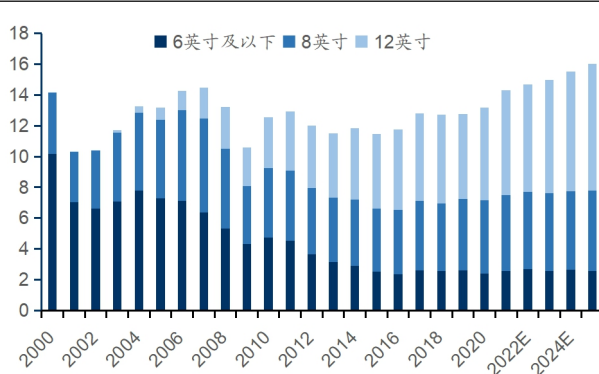
半导体含量提升推动硅片出货面积增加，2021 年全球硅片出货面积创历史新高。历史上半导体行业的年均增速高于电子系统整体市场，主要驱动力是电子系统中使用的半导体的含量不断增加。比如随着全球手机、汽车和个人电脑出货量增长趋于成熟和放缓，电子系统市场 2011-2021 年的年均复合增长率为 3.5%，而半导体行业 2011-2021 年的年均复合增长率为 6.5%。根据 IC Insights 的数据，2021 年电子系统中的半导体含量提高到了 33.2%，创历史新高，同时预期终值将超过 40%。在半导体含量推动作用下，硅片出货面积曾上升趋势，根据 SEMI 的数据，2021 年全球硅片出货面积 141.65 亿平方英寸，创历史新高。

图 28: 电子系统中半导体含量提升



资料来源: IC Insights, 国信证券经济研究所整理

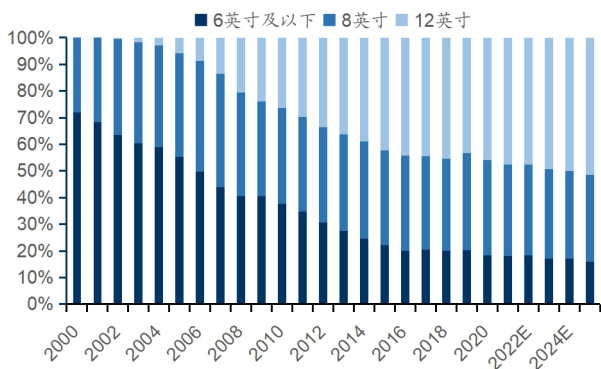
图 29: 各尺寸半导体硅片需求量 (百万片/月)



资料来源: Omdia, 国信证券经济研究所整理

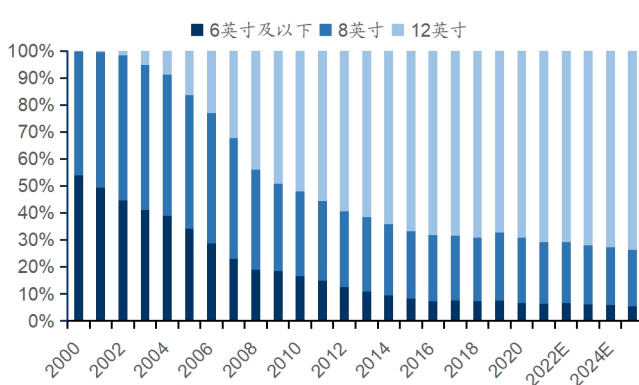
半导体硅片新增需求集中在 8 英寸和 12 英寸，6 英寸及以下尺寸硅片需求稳定。根据 Omdia 的数据，6 英寸及以下尺寸的半导体硅片需求量在 2000 年到 2015 年之间呈下降趋势，2015 年后基本保持稳定；12 英寸硅片从 2001 年商业化生产后，需求量持续攀升；8 英寸硅片需求量波动相对较少。Omdia 预计 2021 至 2025 年，8 英寸和 12 英寸半导体硅片需求量将增加，6 英寸及以下尺寸硅片需求保持平稳。从出货片数来看，2021 年 12 英寸占比 47.7%，8 英寸占比 34.3%，小尺寸占比 18.0%；从出货面积来看，2021 年 12 英寸占比 70.9%，8 英寸占比 22.6%，小尺寸占比 6.5%。

图 30: 半导体各尺寸出货量占比



资料来源: Omdia, 国信证券经济研究所整理

图 31: 半导体各尺寸硅片出货面积占比



资料来源: Omdia, 国信证券经济研究所整理

**基于成本考虑，分立器件继续沿用小尺寸，集成电路向大尺寸迁移。**分立器件由于价格偏低，生产厂商对于投资大尺寸产线动力不足，目前仍以 6 英寸及以下硅片为主。集成电路使用大尺寸硅片带来的经济效益明显，比如 12 英寸硅片的面积是 8 英寸的 2.25 倍，可使用率是 8 英寸的 2.5 倍左右，单片可产出的芯片数量增加，单个芯片的成本随之降低。若硅片尺寸增大带来的成本节约可以弥补投资大尺寸晶圆制造产线的成本，厂商便有向大尺寸迁移的动力。目前商用的最大半导体硅片尺寸是 12 英寸，18 英寸（450mm）硅片由于工艺和技术难度较大，目前还没有看到量产的可能。

表 4: 半导体硅片各尺寸对应的制程和半导体产品

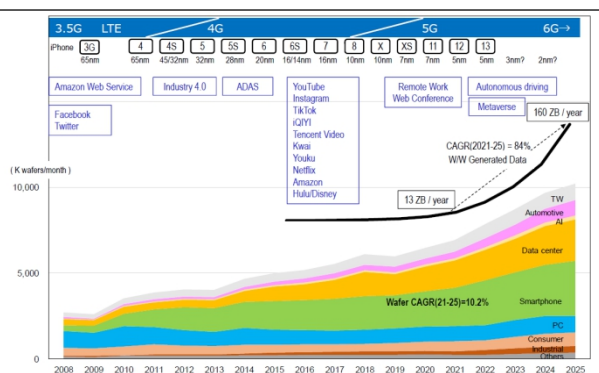
半导体硅片尺寸	制程	半导体产品
6 英寸及以下	0.35um 及以上	二极管、三极管、晶闸管等各类分立器件
8 英寸	90nm~0.35um	传感器芯片、驱动芯片、电源管理芯片、射频芯片等
12 英寸	90nm 及以下	CPU、GPU、存储芯片、FPGA、ASIC 等

资料来源: 沪硅产业招股书, 国信证券经济研究所整理

## 12 英寸半导体硅片需求旺盛，供求紧张态势有望持续至 2026 年

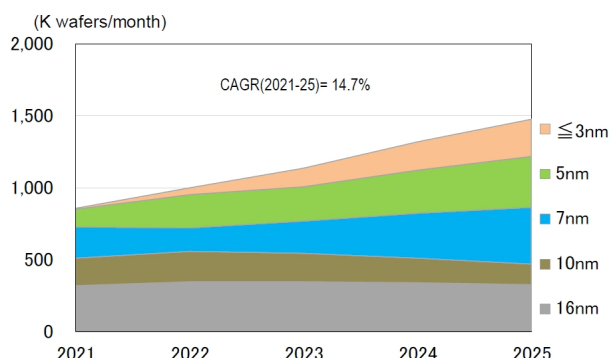
远程办公、汽车半导体、元宇宙等新需求推动 12 英寸半导体硅片需求增加。根据 SUMCO 2022 年 2 月的预测，12 英寸半导体硅片的需求量将在远程办公、线上会议、自动驾驶、元宇宙等新需求的推动下增加，其中全球数据量将从每年 13ZB 增加到 160ZB，数据的计算和存储需求旺盛。SUMCO 预计 2021-2025 年高性能计算和 DRAM 对 12 英寸半导体硅片需求量的 CAGR 分别为 14.7%和 10%。

图32: 12英寸半导体硅片需求驱动力



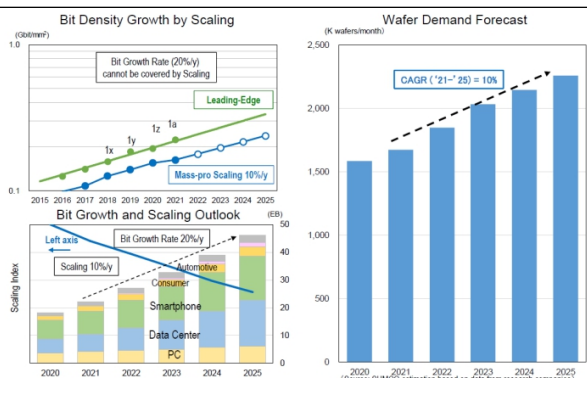
资料来源: SUMCO, 国信证券经济研究所整理

图33: 高性能计算对12英寸半导体硅片的需求量



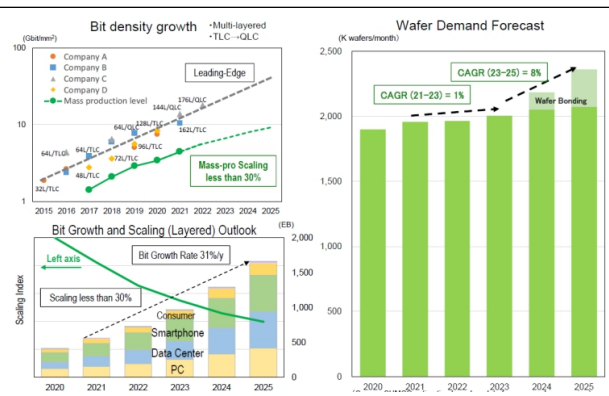
资料来源: SUMCO, 国信证券经济研究所整理

图34: DRAM对12英寸半导体硅片需求量



资料来源: SUMCO, 国信证券经济研究所整理

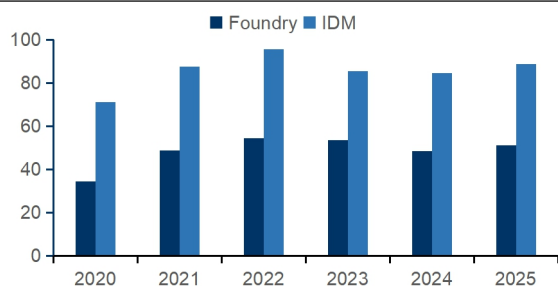
图35: NAND对12英寸半导体硅片的需求量



资料来源: SUMCO, 国信证券经济研究所整理

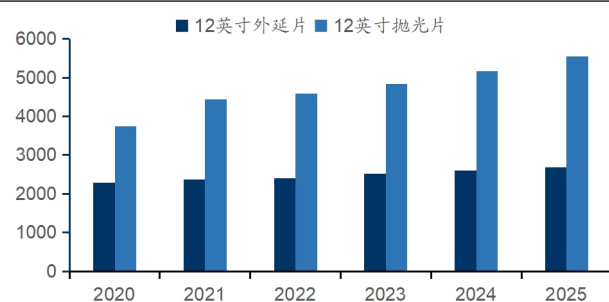
下游晶圆厂积极投资扩产，增加对12英寸半导体硅片的需求。为了满足下游终端需求，晶圆厂正在加大资本开支扩充产能，预计2022年投资总额约1500亿美元，其中第三方代工厂在先进制程方面尤为积极，2020-2025年的CAGR为8.1%，IDM的CAGR为4.6%。在高额资本开支下，预计全球12英寸抛光片需求量将从2020年375.1万片/月增加到2025年的555.4万片/月，外延片将从229.2万片/月增加到268.2万片/月；晶圆代工厂所需12英寸硅片量将从2020年的159.3万片/月提高到2025年的274.8万片/月。

图36: 晶圆厂的资本开支计划(十亿美元)



资料来源: SUMCO, 国信证券经济研究所整理

图37: 12英寸外延片和抛光片需求预期(千片/月)

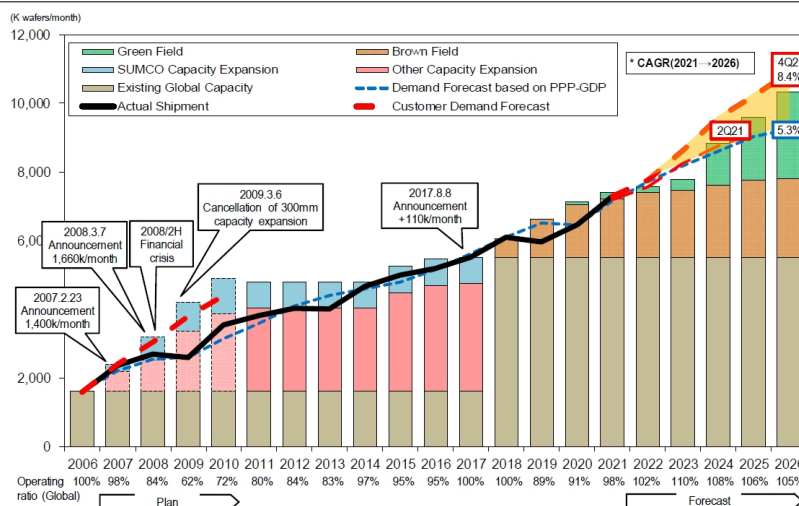


资料来源: SUMCO, 国信证券经济研究所整理

扩产进度落后于需求增加，12英寸半导体硅片供不应求。根据SUMCO 2月的最新预测，2021-2026年12英寸硅片需求量的CAGR为8.4%。由于12英寸半导体硅片新建厂房的大规模投产需要等到2024年，扩产进度落后于需求增加，2022、2023年12英寸硅片供应缺口将比2021年更大，预计从2022年至2026年全球12英寸硅片厂商的产能利用率均将保持在100%以上。另外，8英寸及以下硅片供不应求的状态也将在2022年持续。基于此，各大半导体硅片厂商进入2022年后，在2021年涨价的基础上再次涨价。

SUMCO 大额扩产满足长约需求，环球晶圆收购失败后亦宣布扩产。SUMCO 已与客户签订从2022到2026年的5年长约，为了满足客户需求，SUMCO 计划投资2287亿日元（约125亿人民币）在Imari和Omura新建厂房扩产，这是自2008年以来首度投资建设新的工厂。两个新厂房将于2022年动工，2023年下半年开始投产，并分别于2025、2023年底满产，这些新增产能已包含在长约中。环球晶圆收购世创电子失败后，也于2022年2月宣布了扩产计划，将于2022年至2024年投入1000亿新台币（约228亿人民币），用于扩充现有厂区以及兴建新厂，新产线预计2023年下半年开始投产。

图38: 12英寸半导体硅片需求驱动力



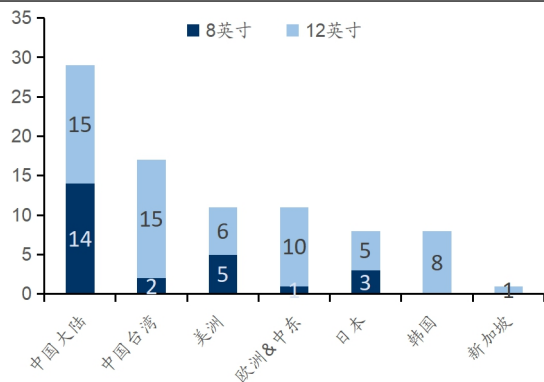
资料来源: SUMCO, 国信证券经济研究所整理

## 本土半导体硅片供需两旺，国内大厂加速崛起

国内积极投入晶圆厂建设，为本土半导体硅片厂商创造机遇

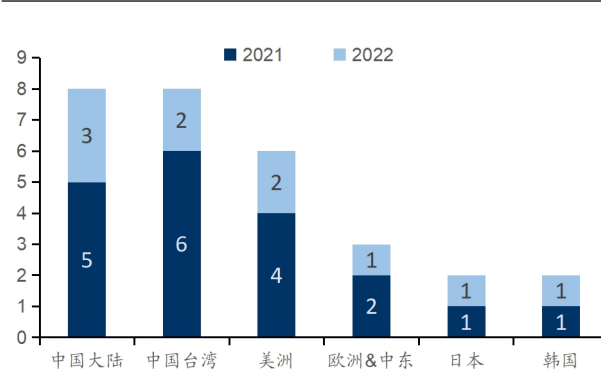
中国是全球新建晶圆厂数量最多的国家，增加对8英寸和12英寸硅片的需求。根据SEMI的预计，2020年至2024年间将有众多晶圆厂上线，包括25座8英寸晶圆厂和60座12英寸晶圆厂，其中中国是新增数量最多的国家，中国大陆新增14座8英寸和15座12英寸，中国台湾新增2座8英寸和15座12英寸，在新建8英寸晶圆厂方面，中国大陆的数量远远超过其他国家/地区。2021、2022年中国大陆新建数量分别为5座和3座，新增晶圆厂的投产将带动对半导体硅片的需求。

图39：2020-2024年新增晶圆厂数量



资料来源：SEMI，国信证券经济研究所整理

图40：2021和2022年新建晶圆厂数量



资料来源：SEMI，国信证券经济研究所整理

## 为了抓住产业机遇，国内半导体硅片厂商积极扩产

**政策资金推动下，国内半导体硅片企业纷纷投资扩产。**发展半导体产业已成为国家战略，国家和地方政府加大支持政策力度。同时，在国产化大趋势下，大量资金涌入半导体产业。在两者推动下，国内半导体行业进入蓬勃发展期，半导体硅片作为关键原材料，各厂商相继宣布投资扩产计划。

**半导体硅片厂建设主体多，区域分散。**由于国内大尺寸半导体硅片企业处于发展早期，尚未形成垄断格局。各企业和各地政府为了抓住发展机遇，积极建设硅片厂，呈现出建设主体多且区域分散的格局。从日本半导体硅片行业的发展史来看，在产业发展早期，多项目齐头并进；随着产业发展成熟，基于规模效应和盈利能力考虑，并购整合是最优选择。

表5：国内半导体硅片产能不完全统计（8英寸和12英寸）

	8英寸（万片/月）		12英寸（万片/月）	
	已建成产能	规划新增产能	已建成产能	规划新增产能
沪硅产业			30	30
				3
立昂微	40		15	
国晶嘉兴（立昂微收购中）			15	30
中环股份	70	30	17	43
神工股份	5	10		
有研半导体	16	10		30
麦斯克	3	25		5
超硅半导体			30	
			5	
奕斯伟			5	45
中欣晶圆		10	10	10
郑州合晶	20		1	27
鑫晶半导体		30	10	20
晶睿电子	10	20		10
无锡大硅片项目				60
义务大硅片项目		60		
<b>合计</b>	<b>259</b>	<b>195</b>	<b>138</b>	<b>313</b>

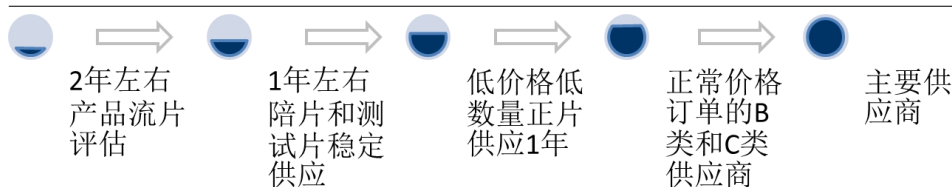
资料来源：各公司公告，亚化咨询，国信证券经济研究所整理（部分数据来自新闻报道，与公司当前实际产能可能存在差异）

## 国内半导体硅片产业正迎来前所未有的发展机遇期

与海外半导体硅片企业相比，国内企业进入半导体硅片行业时间较晚，规模化量产时间落后十年以上。其中 8 英寸半导体硅片海外量产时间为 1984 年，我国立昂微量产时间为 2009 年；12 英寸半导体硅片海外量产时间为 2001 年，我国上海新昇量产时间为 2018 年。由于起步晚，国内半导体硅片企业面临较高的行业进入壁垒，包括资金壁垒、人才壁垒、技术壁垒、认证壁垒以及规模壁垒等。但是在国家政策和资本支持下，资金壁垒已基本解决；同时，良好的创业环境和待遇也吸引了优秀的海外人才回流及本土人才加入，半导体硅片领域的人才梯队正在建立。

**本土客户加速验证，部分企业已跨过认证壁垒。**新进半导体硅片厂商要成为客户主要供应商一般需要 5 年以上的认证过程：2 年左右的产品流片评估——1 年左右的陪片和测试片稳定供应——低价格低数量订单正片供应 1 年——正常价格订单的 B 类和 C 类供应商——主要供应商。为了保证产品的质量，在有成熟供应商的情况下，晶圆厂导入新硅片供应商的意愿较低，但在国际关系紧张的情况下，国内晶圆制造企业对于硅片本土化需求增加，更愿意为国内企业提供认证机会，在此背景下，国内部分硅片企业已成功完成认证，进入批量供货阶段，随着经验的积累，国内企业将有更多的机会导入海外客户。

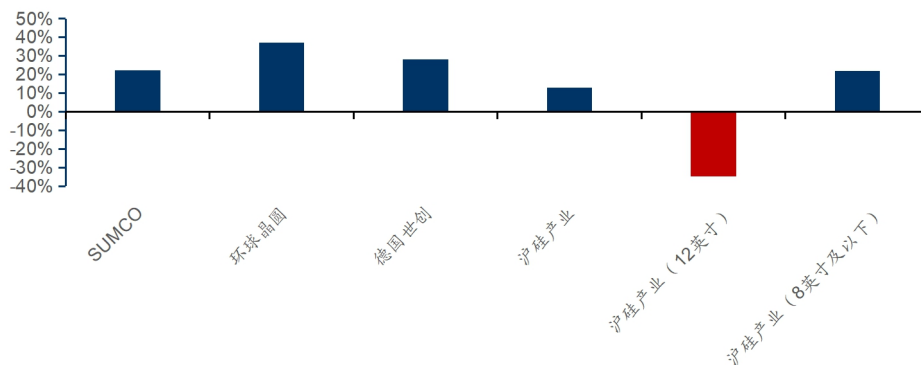
图 41: 晶圆制造企业对半导体硅片厂商的认证过程



资料来源：《半导体硅片制备技术及产业现状》，国信证券经济研究所整理

**量产初期盈利能力较弱，待规模提升后有望改善。**半导体硅片行业前期固定资产投资金额较大，在规模出货前容易亏损，规模效应是企业的竞争优势之一。国内企业进入时间较短，规模效应还未形成，相比海外大厂，前期盈利能力较弱，尤其是 12 英寸产线。以沪硅产业为例，2020 年沪硅产业整体毛利率为 13.10%，8 英寸及以下尺寸产品毛利率为 21.76%，12 英寸产品毛利率则为-34.82%。随着产能和销量爬坡完成后，规模效应有助改善企业盈利能力。

图 42: 国内半导体硅片企业毛利率偏低



资料来源：各公司公告，国信证券经济研究所整理

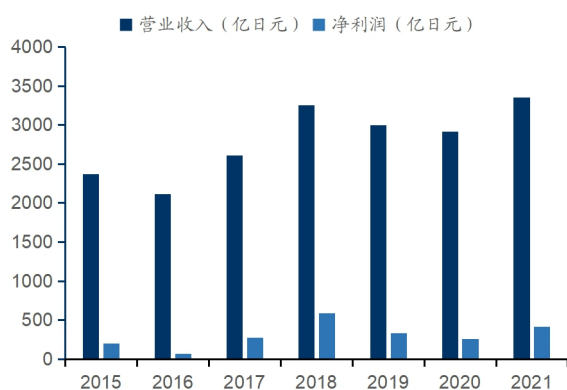
**核心设备逐步国产化，部分厂商已建立设备设计能力。**建设一条硅片生产线需要一系列的**设备**，包括单晶炉、抛光和清洗设备、切磨设备、检测设备和外延设备等。虽然目前 12 英寸线生产设备仍以进口设备为主，但已有部分国产设备进入生产线。另外，设备的设计和改造能力也是半导体硅片企业的核心竞争力之一，以单晶炉为例，信越和 SUMCO 的单晶炉是由公司独立设计制造或通过控股子公司设计制造；其他主要硅片厂商也有自己独立的单晶炉供货商，并签有严格的保密协议。经过多年的发展，国内部分厂商也已建立核心设备设计能力，以上海超硅为例，公司设有设备技术中心，核心设备单晶炉由公司自主设计制造。

### 中国半导体行业中长期景气上行，为硅片产业带来投资机遇

**半导体硅片企业的业绩和市值与行业周期强相关，签订长约有助缓解业绩波动。**从全球半导体硅片大厂 SUMCO 的历史复盘来看，公司业绩和市值波动情况基本一致，2016-2018 年为上行阶段，2019、2020 年为下行阶段。环球晶圆在 2016-2018 年的阶段与 SUMCO 情形类似，毛利率、净利率大幅提升，市值也大幅上涨；而在 2019、2020 年的下行周期中，环球晶圆因为与客户签订了锁价锁量的长约，毛利率、净利率波动幅度较小。另外，环球晶圆在 2016 年还进行了两次收购，其中包括全球第四大半导体硅片厂商，因此环球晶圆 2016-2018 年市值上涨 10 倍左右，远超 SUMCO；2020 年底环球晶圆开始筹划收购世创电子，2022 年初宣告失败。

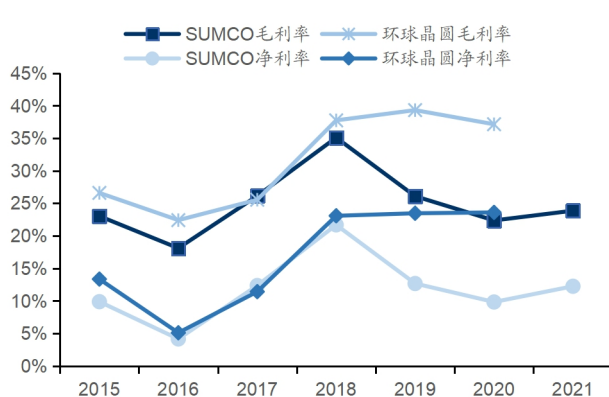
**在国产替代背景下，中国半导体产业进入黄金发展期，为硅片产业带来投资机遇。**在国际关系紧张的情况下，中国半导体全产业进入天时、地利、人和的黄金发展期，从中长期来看景气度将继续上行，晶圆厂进入扩产期。而根据 2019 年底修订的《瓦森纳协议》，部分高端半导体硅片相关技术受到出口管制，基于供应链安全考虑，国内晶圆厂对导入国产硅片的配合度增加。根据麦斯克招股书，我国 8 英寸硅片仅 10% 左右，12 英寸国产供应刚起步。从日本、韩国、中国台湾半导体硅片产业的发展史来看，半导体硅片企业的成长是伴随着本土半导体行业的崛起而发生，并将经历一段收购整合期。我们认为，**芯片国产化趋势将助力我国培育出在全球占有一席之地**的半导体硅片企业，当下是投资半导体硅片产业的机遇期。

图 43: SUMCO 的收入及净利润



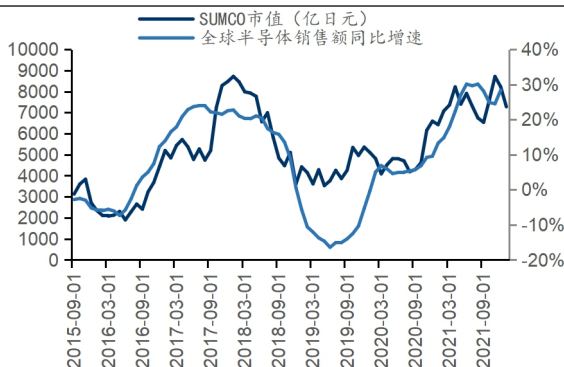
资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

图 44: SUMCO 和环球晶圆的毛利率及净利率



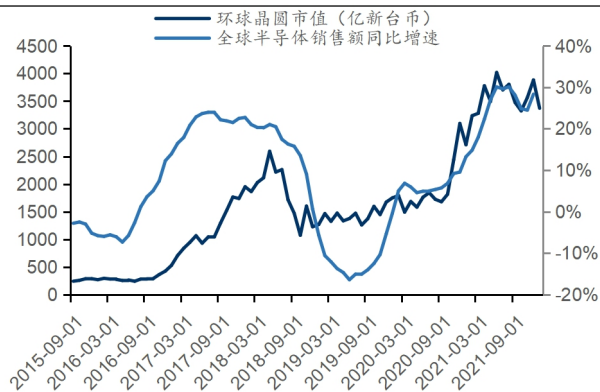
资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

图45: SUMCO 市值随行业周期性波动



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

图46: 环球晶圆市值随行业周期性波动



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

### 投资建议：关注大尺寸量产企业及细分市场占主导地位的企业

国内半导体硅片企业正在积极推动 12 英寸硅片建设，建议关注具有先发优势的已量产企业。相比于海外，国内半导体硅片企业处于发展的早期，大尺寸硅片技术积累不足，大部分企业以生产 8 英寸及以下硅片为主。由于 8 英寸以下硅片的需求稳定，难以支撑企业继续成长，国内硅片企业均在积极布局 8 英寸、12 英寸产线。12 英寸半导体硅片由于技术资金门槛更高，量产和客户导入难度更大，率先量产的企业具有明显的先发优势，未来也有望主导国内的并购整合。目前国内已规模化生产 12 英寸的企业主要有沪硅产业、立昂微、中环股份、超硅半导体等。

国内 6 英寸及以下半导体硅片企业已具有较强的实力，建议关注细分市场占主导地位的企业。随着海外企业逐步退出 6 英寸及以下小尺寸硅片市场，国内企业在部分细分市场已占据主导地位。由于前期投资额较小且已实现规模化销售，小尺寸硅片企业的毛利率明显优于大尺寸硅片企业，盈利能力突出，代表性企业有中晶科技、麦斯克、有研硅等。

表6: 国内主要半导体硅片企业概览

公司	成立年份	2020 年收入 (亿元)	2020 年半导体硅片收入 (亿元)	半导体硅片收入占比	2020 年半导体硅片业务毛利率	公司概况	近期重要的半导体硅片项目
688126.SH 沪硅产业	2015	18.11	18.11	100.00%	13.10%	由上海新昇、新傲科技、芬兰 Okmetic 组成，产品尺寸涵盖 6-12 英寸，类型涵盖抛光片、外延片、SOI 硅片，以轻掺为主。	1、20-14nm 集成电路用 300mm 硅片成套技术开发与产业化、300mm 无缺陷硅片研发与产业化。（在研项目） 2、集成电路制造用 300mm 高端硅片研发与先进制造项目、300mm 高端硅基材料研发中试项目。（2021 定增项目）
605358.SH 立昂微	2002	15.02	9.73	64.80%	40.66%	业务包括半导体硅片、功率器件和第三代半导体代工，其中半导体硅片产品尺寸涵盖 6-12 英寸，类型涵盖抛光片、外延片，以重掺为主（约 70%）。	1、拟收购 12 英寸半导体硅片生产企业国晶（嘉兴）半导体。 2、年产 180 万片集成电路用 12 英寸硅片、年产 72 万片 6 英寸功率半导体芯片技术改造项目、年产 240 万片 6 英寸硅外延片技术改造项目。（2021 非公开发行）
002129.SZ 中环股份	1988	190.57	13.51	7.09%	23.07%	业务包括半导体硅片、半导体器件、光伏材料、光伏电池组件等，其中半导体硅片产品尺寸涵盖 4-12 英寸，类型涵盖抛光片、外延片，重掺、轻掺均有。	集成电路用 8-12 英寸半导体硅片之生产线项目，月产 75 万片 8 英寸抛光片和月产 15 万片 12 英寸抛光片生产线。（2019 非公开发行）
003026.SZ 中晶科技	2010	2.73	1.90	69.53%	47.92%	业务包括半导体硅片、半导体晶棒等；其中半导体硅片产品尺寸涵盖 3-6 英寸，类型为化腐片、研磨片，重掺为主。	8 英寸抛光片。（上市募投项目）



公司	年份	收入 (亿元)	归母净利润 (亿元)	研发费用 (亿元)	人均创收 (万元)	人均创利 (万元)	毛利率	研发费率	净利率	市值 (亿元)
688233.SH 神工股份	2013	1.92	0.00	0.00%						
A21080.SZ 麦斯克	1995	4.19	4.19	100.00%	28.35%					
A21680.SH 有研硅	2001	5.30	2.81	53.05%	30.14%					

1、8英寸低缺陷率单晶硅研发项目、12英寸低缺陷率单晶硅研发项目。（在研项目）

业务包括半导体硅片、刻蚀机用硅零部件等，其中半导体硅片业务还在客户认证阶段，产品尺寸为8英寸，类型为抛光片，轻掺为主。

大尺寸半导体硅晶圆生产线建设项目，新增每月20万片8英寸和每月5万片12英寸半导体硅片。（上市募投项目）

半导体硅片产品尺寸涵盖4-8英寸，类型为抛光片，重掺为主（70%+）。

业务包括半导体硅片、刻蚀设备用硅材料等；其中半导体硅片产品尺寸涵盖6-8英寸，类型为抛光片，重掺、轻掺均有。

集成电路用8英寸硅片扩产项目，月产10万片。（上市募投项目）

资料来源：各公司公告，国信证券经济研究所整理

表7：半导体硅片企业经营数据对比

公司	成立年份	收入 (亿元)	归母净利润 (亿元)	研发费用 (亿元)	2020年经营数据					市值 (亿元)
					人均创收 (万元)	人均创利 (万元)	毛利率	研发费率	净利率	
SUMCO	1999	184.23	16.13		459.31	40.21	22.37%		9.83%	326
环球晶圆	2011	128.85	30.41	3.77			37.15%	2.93%	23.60%	612
世创电子		96.86	12.90	5.83	256.79	34.21	28.13%	6.02%	15.48%	184
沪硅产业	2015	18.11	0.87	1.31	114.57	5.51	13.10%	7.23%	4.97%	620
立昂微	2002	15.02	2.02	1.12	90.98	12.23	35.29%	7.47%	14.33%	518
中环股份	1988	190.57	10.89	6.19	185.77	10.62	18.85%	3.25%	7.74%	1,487
中晶科技	2010	2.73	0.87	0.10	51.01	16.21	48.43%	3.59%	31.78%	60
神工股份	2013	1.92	1.00	0.18	91.91	47.98	65.23%	9.32%	52.20%	128
麦斯克	1995	4.19	0.60	0.27	65.62	9.35	28.35%	6.55%	14.25%	
有研硅	2001	5.30	1.14	0.46	100.53	21.55	37.17%	8.66%	21.49%	

资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理（市值截止日期：2022年3月7日）

## 风险提示

- 1、下游需求不及预期。**由于疫情反复，电子产品下游需求可能疲弱，从而导致对半导体硅片的需求减弱。
- 2、大尺寸半导体硅片国产化进程不及预期。**国内半导体硅片企业还处于量产12英寸硅片的初期，可能由于技术储备和经验不足，从而导致产品研发进度和质量不及预期，无法及时满足客户国产化的需求。
- 3、大尺寸半导体硅片企业持续亏损的风险。**目前国内12英寸硅片生产线量产规模较小，还未达到盈利状态，若无法快速上量，则存在持续亏损的风险。
- 4、产能过剩和行业竞争加剧的风险。**目前国内众多企业和地方政府布局半导体硅片领域，已建和计划建设的半导体硅片产能较多，若全部释放出来，可能存在产能过剩的风险，为了争取市场份额可能出现价格竞争加剧的风险。

## 免责声明

### 分析师声明

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

### 国信证券投资评级

类别	级别	说明
股票 投资评级	买入	股价表现优于市场指数 20%以上
	增持	股价表现优于市场指数 10%-20%之间
	中性	股价表现介于市场指数 $\pm 10\%$ 之间
	卖出	股价表现弱于市场指数 10%以上
行业 投资评级	超配	行业指数表现优于市场指数 10%以上
	中性	行业指数表现介于市场指数 $\pm 10\%$ 之间
	低配	行业指数表现弱于市场指数 10%以上

### 重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中所提及的意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

### 证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

## 国信证券经济研究所

### 深圳

深圳市福田区福华一路 125 号国信金融大厦 36 层  
邮编：518046 总机：0755-82130833

### 上海

上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 层  
邮编：200135

### 北京

北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层  
邮编：100032